

0 - 779499

На правах рукописи



Фостовец Оксана Александровна

**РЕАКЦИИ АРИЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ СУРЬМЫ
С СОЛЯМИ И КОМПЛЕКСНЫМИ КИСЛОТАМИ**

Специальность 02.00.08 – химия элементоорганических соединений

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата химических наук**

Владивосток - 2009

Работа выполнена в Дальневосточном государственном аграрном университете

Научный руководитель: доктор химических наук
Пакурина Антонина Павловна

Официальные оппоненты: доктор химических наук
Егорова Ирина Владимировна

кандидат химических наук, профессор
Капустина Алевтина Анатольевна

Ведущая организация: Нижегородский государственный
университет им. Н.И. Лобачевского

Защита состоится 25 ноября 2009 г. в 14⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 212.056.05 при Дальневосточном государственном университете: 690600 г. Владивосток, ул. Октябрьская, 27, ДВГУ, Химический факультет, тел/факс 8(4232)457609, e-mail:svistun@chem.dvgu.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Дальневосточного государственного университета. С авторефератом можно ознакомиться на сайте www.dvgu.ru.

Автореферат разослан 23 ОКТЯБРЯ 2009

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА КГУ



0000620979

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат химических наук

И. В. Свистунова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Одной из важных задач современной сурьмаорганической химии является исследование реакций производных сурьмы с разнообразными соединениями, с помощью которых можно осуществить синтез новых сурьмаорганических соединений.

На рубеже тысячелетий стремительно развивалась химия сурьмаорганических соединений по пути синтеза новых соединений и изучения их строения. Интерес к органическим производным сурьмы обуславливается перспективой их применения в качестве фенилирующих агентов и компонентов катализаторов химических реакций. Известно, что соединения сурьмы обладают биологической активностью, и поэтому применяются в сельском хозяйстве в качестве биоцидов, фунгицидов, используются в медицине для диагностики и лечения ряда заболеваний. Органические соединения сурьмы ионного типа менее токсичны по сравнению с неорганическими комплексами, являются удобными в обращении веществами (твердые, устойчивые по отношению к кислороду и влаге). Поэтому актуальной задачей является разработка методов синтеза и изучение строения органических соединений сурьмы ионного типа.

Реакции перераспределения лигандов хорошо известны для алкильных и арильных соединений пентавалентной сурьмы, когда из пентаорганилсурьмы и производных общей формулы R_3SbX_2 (X – электроотрицательная группа) с высоким выходом получают молекулярные производные сурьмы общей формулы R_4SbX . Однако подобные реакции неизвестны для ионных сурьмаорганических производных неорганических кислот, таких как хлорная, рениевая и другие.

Хорошо изученными являются реакции пентафенилсурьмы с монокарбоновыми и аренсульфоновыми кислотами. Однако не были исследованы реакции органических соединений пентавалентной сурьмы с комплексными кислотами и солями комплексных кислот, в состав которых входят благородные металлы. А между тем такие соединения могут обладать рядом полезных свойств, имеют каталитическую активность.

Цель работы. Изучение реакций арильных производных сурьмы и фосфора с комплексными кислотами и солями, с помощью которых можно осуществить синтез новых органических соединений ионного типа с моно-, полиядерными анионами.

Исходя из поставленной в диссертационной работе цели, в задачи исследования входило:

- синтез ионных соединений, состоящих из катионов тетраорганилстибония, -фосфония и анионов, в состав которых входят благородные металлы;
- исследование структурной организации синтезированных соединений по данным РСА, а так же изучение взаимосвязи между строением аниона и природой элементоорганического катиона, либо молярным соотношением исходных реагентов – окисных солей и галогенидов металлов;
- раскрытие потенциальных возможностей и использование синтезированных сурьмаорганических соединений в фармакологии.

Научная новизна. В результате проделанной работы нами впервые проведены реакции арильных соединений пятивалентной сурьмы с комплексными кислотами, такими как гексахлороплатиноводородная и золотохлористоводородная. Найден оптимальный способ синтеза сурьмаорганических соединений, содержащих такие неорганические анионы, как $[\text{PtCl}_6]^{2-}$, $[\text{AuCl}_4]^-$, $[\text{ReO}_4]^-$, $[\text{ClO}_3]^-$ и другие.

Разработан эффективный метод синтеза неизвестных ранее соединений, содержащих тетра-*пара*-толилстибониевые катионы и анионы $[\text{Sb}_3\text{I}_{12}]^{3-}$, $[\text{SnCl}_6]^{2-}$, $[\text{HgI}_4]^{2-}$, $[\text{Hg}_2\text{I}_6]^{2-}$, из солей тетра-*пара*-толилсурьмы и галогенидов металлов. Достоинством этого метода синтеза являются простота исполнения (одностадийность и мягкие условия проведения), высокий выход, чистота и легкость выделения целевого продукта.

По реакции хлорида тетрафенилсурьмы с тетрахлороплатинатом калия в диметилсульфоксиде синтезировано соединение *цис*-дихлоро (трифенилстибин) (диметилсульфоксидо)платины(II) $\text{Pt}(\text{Ph}_3\text{Sb})(\text{MeS}=\text{O})\text{Cl}_2$. Полученный комплекс является первым примером смешаннолигандного комплекса платины (II) с диметилсульфоксидным и стибиновым лигандами.

Предложен способ синтеза органических соединений из солей тетраарилфосфония, -аммония с золотохлористоводородной кислотой. При взаимодействии бромид трифенилметилфосфония с золотохлористоводородной кислотой получено неизвестное ранее соединение, содержащее атомы золота со степенью окисления +1 и +3.

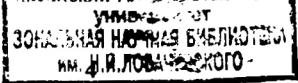
Эффективные методы синтеза указанных производных основаны на реакциях замещения, присоединения и перераспределения лигандов.

Показано, что при взаимодействии иодида тетра-*пара*-толилсурьмы с иодидом ртути строение образующегося аниона зависит от мольного соотношения исходных реагентов. В реакциях солей тетраарилсурьмы Ar_4SbX с иодидом сурьмы состав и строение аниона продукта определяет природа катиона Ar_4Sb^+ .

В результате проведенных исследований синтезировано двадцать четыре новых органических соединений сурьмы и фосфора. Молекулярное строение восемнадцати полученных соединений установлено методом рентгеноструктурного анализа.

Практическая значимость работы. Синтез новых сурьмаорганических соединений ионного типа позволяет ожидать расширение спектра применения полученных соединений, а так же теоретические результаты при исследовании синтетической и структурной химии новых соединений.

Мы полагаем, что взаимодействие арильных соединений пятивалентной сурьмы с солями и комплексными кислотами является перспективным путем синтеза практически полезных веществ. Нами установлено, что хлорат тетрафенилсурьмы в дозе 0,05 мкг/кг не оказывает отрицательного эффекта на нормофлору кишечника у экспериментальных животных (белых крыс) и существенно не влияет на функциональное состояние клеточных элементов крови (эритроцитов). Этот факт необходимо учитывать при дальнейшем исследовании биологических свойств данного соединения как возможного потенциального химиотерапевтического средства.



Результаты работы внедрены в научную и преподавательскую деятельность на кафедре «Общая химия» ФГОУ ВПО Дальневосточного государственного аграрного университета и ГОУ ВПО Амурской государственной медицинской академии.

Работа (номер госрегистрации 0120.0503584) выполнена в соответствии с планом НИР технологического института ФГОУ ВПО Дальневосточного государственного аграрного университета.

Основные положения, выносимые на защиту:

- синтез сурьмаорганических соединений из пентаарилсурьмы или солей тетраарилсурьмы и комплексных кислот или солей, содержащих благородные металлы;
- структурная организация органических соединений сурьмы и фосфора ионного строения с моно-, би или полиядерными анионами.

Публикации. Основные материалы диссертации опубликованы в 5 научных статьях, в том числе 2 – в журналах, рекомендованных ВАК (Координационная химия, Журнал неорганической химии), и 8 тезисах докладов на международных и региональных конференциях.

Апробация работы. Результаты работы были представлены на 3-ей Международной конференции «Наука на рубеже тысячелетий» (г. Тамбов 2006), на VII, VIII, IX региональных конференциях «Молодежь XXI века: шаг в будущее» (Благовещенск, 2006, 2007, 2008, 2009), VIII региональная научно-практическая конференция «Химия и жизнь» (г. Новосибирск, 2009), XXIV Международная Чугаевская конференция по координационной химии «Физико-химические методы в химии координационных соединений» (г. Санкт-Петербург, 2009).

Объем и структура работы. Диссертационная работа изложена на 121 странице и состоит из введения, литературного обзора, обсуждения полученных результатов, экспериментальной части, выводов и списка цитируемой литературы. Работа содержит 22 таблицы и 23 рисунка. Список литературы включает 180 ссылок.

В первой главе представлен литературный обзор, содержащий информацию о реакциях перераспределения лигандов в ряду органических соединений пентавалентной сурьмы. Уделено внимание публикациям, опубликованным к сентябрю 2007 г. и посвященным синтезу сурьмаорганических соединений по реакциям замещения и присоединения.

Глава II диссертации, в которой обсуждаются полученные результаты, содержит данные о реакциях сурьмаорганических соединений с комплексными кислотами и солями и строении полученных соединений.

Рентгеноструктурный анализ полученных в работе соединений проведен в лаборатории института химии ДВО РАН (А.В. Герасименко с сотр.), в лаборатории института металлоорганических соединений им. Г.А.Разуваева (Г.К.Фукин с сотр.), в лаборатории кристаллохимии Новосибирского института органической химии (Е.В. Пересыпкина с сотр.).

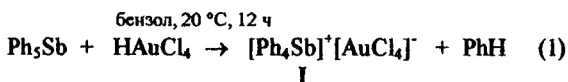
В третьей главе приводятся методики проведения реакций и выделения целевых продуктов, данные элементного анализа, ИК-спектроскопии, а также физико-химические характеристики полученных соединений.

РЕАКЦИИ АРИЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ СУРЬМЫ С СОЛЯМИ И КОМПЛЕКСНЫМИ КИСЛОТАМИ

1. Реакции арильных соединений сурьмы и фосфора с комплексными кислотами и солями комплексных кислот

Известно, что пентафенилсурьма взаимодействует с *ОН*-кислотами - минеральными, монокарбоновыми, алкил- и аренсульфоновыми и фенолами общей формулы *НХ* - с образованием продукта Ph_4SbX . Показано, что при замене *ОН*-кислоты на β -дикетон в указанной реакции также имеет место синтез подобного соединения. Можно предположить, что взаимодействие пентафенилсурьмы с такими комплексными кислотами, как HAuCl_4 и H_2PtCl_6 будут протекать подобным образом, однако, исследование указанных реакций ранее не проводилось. Кроме того, не изучалось взаимодействие галогенидов тетраорганилсурьмы и -фосфора с комплексными кислотами и их солями.

В качестве комплексной кислоты была выбрана золотохлористоводородная кислота. Нами впервые показано, что взаимодействие пентафенилсурьмы с золотохлористоводородной кислотой в бензоле при комнатной температуре приводит к образованию золотистых кристаллов с т.пл. 164 °С, которые соответствуют тетрахлороаурату тетрафенилсурьмы.



Установлено, что атом сурьмы в катионе $[\text{Ph}_4\text{Sb}]^+$ имеет искажённую тетраэдрическую координацию (рис. 1).

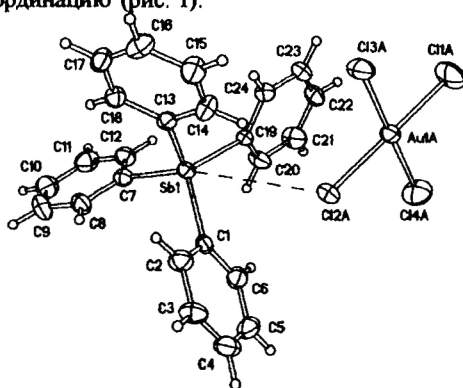


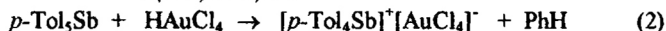
Рис. 1. Строение тетрахлороаурата тетрафенилсурьмы $[\text{Ph}_4\text{Sb}]^+[\text{AuCl}_4]^-$ (I)

Расстояния $\text{Sb}-\text{C}$ лежат в интервале 2.087(7) - 2.111(7) Å, валентные углы $\text{C}-\text{Sb}-\text{C}$ в интервале 106.2(3) - 114.4(3)°. Плоскоквадратная координация атома золота также искажена. Длины связей $\text{Au}-\text{Cl}$ лежат в интервале 2.266(2) - 2.277(2) Å, углы $\text{Cl}-\text{Au}-\text{Cl}$ 89.7(1) - 90.5(1)°, среднее квадратичное отклонение атомов от плоскости 0.004 Å. Особенностью межмолекулярного взаимодействия явля-

ется сокращённый контакт Sb1...Cl2 3.925(2) Å при сумме вандерваальсовых радиусов 4.00 Å. Отметим также дополнительную координацию атома Au1 атомами C23 и C11 соседних фенилов с расстояниями 3.643 и 3.586 Å соответственно.

По предложенной нами методике из пента-*para*-толилсурьмы и золотохлористоводородной кислоты в ацетоне при комнатной температуре был синтезирован тетрахлороаурат тетра-*para*-толилсурьмы. Соединение представляет собой золотистые кристаллы т.пл. 156 °С, хорошо растворимые в ароматических углеводородах.

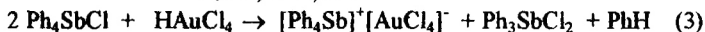
ацетон, 20 °С, 12 ч



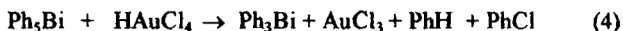
II

Мы провели реакцию хлорида тетрафенилсурьмы с золотохлористоводородной кислотой в ацетоне. В результате из реакционной смеси дробной перекристаллизацией были выделены светло-желтые кристаллы тетрахлороаурата тетрафенилсурьмы с т.пл. 164 °С и бесцветные кристаллы дихлорида трифенилсурьмы с т.пл. 142 °С:

ацетон, 20 °С, 12 ч



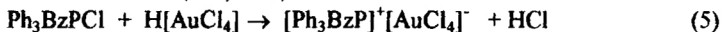
Взаимодействием пентафенилвисмута с золотохлористоводородной кислотой в бензоле не был получен тетрахлороаурат тетрафенилвисмута, очевидно по причине лабильности соединений висмута общей формулы Ph_4BiX . Смесь выдерживали 1 ч при комнатной температуре. Наблюдали исчезновение сиреневой окраски, характерной для растворов Ph_3Bi . Среди продуктов реакции были обнаружены трифенилвисмут, хлорид золота.



Поскольку тетрахлороаурат тетрафенилвисмута не был получен по указанной схеме, мы исследовали реакции галагенидов тетраорганилфосфония и – аммония с комплексными кислотами.

В результате комплексообразования хлорида трифенилбензилфосфора с золотохлористоводородной кислотой из реакционной смеси были выделены прозрачные золотисто-желтого цвета кристаллы тетрахлороаурата трифенилбензилфосфора. Полученное соединение имеет т.пл. 171 °С, хорошо растворяется в бензоле, ацетоне, этаноле.

ацетон, 20 °С, 12 ч



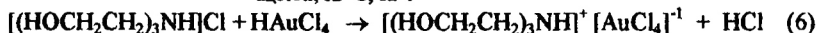
III

Атомы фосфора в катионах $[\text{Ph}_3\text{BzP}]^+$ имеют тетраэдрическую координацию, валентные углы C-P лежат в интервалах 108.40(11)-110.59(11)°. Длины связей C-P лежат в интервале 1.789(2)-1.820(2) Å. Плоскоквадратная координа-

ция атома Au в анионе практически не искажена. Длины связей Au—Cl лежат в интервале 2.2712(7)–2.2782(8) Å, углы ClAuCl составляют 89.66(3)–90.34(3)°.

Тетрахлороаурат триэтаноламмония получили из хлорида триэтаноламмония и золотохлористоводородной кислоты в растворе ацетона. Смесь выдерживали 12 ч при комнатной температуре. Перекристаллизацией из ацетона были получены прозрачные кристаллы желтого цвета с т.пл. 169 °С.

ацетон, 12 °С, 12 ч



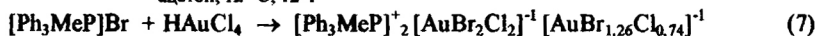
IV

Кристаллы тетрахлороаурата триэтаноламмония состоят из изолированных катионов $[(\text{HOCH}_2\text{CH}_2)_3\text{NH}]^+$, анионов $[\text{AuCl}_4]^-$ и молекул воды. Атомы азота в катионах $[(\text{HOCH}_2\text{CH}_2)_3\text{NH}]^+$ имеют тетраэдрическую координацию, валентные углы CNC лежат в интервалах 109.5(4)–112.5(4)°. Длины связей C—N составляют 1.496(7)–1.508(7) Å. Плоско-квадратная координация атома Au в анионе практически не искажена. Длины связей Au—Cl (2.2798(14)–2.2848(15) Å) несколько больше, чем в предыдущем комплексе, *цис*-углы ClAuCl равны 89.58(5)–90.63(5)°.

Мы предположили, что взаимодействие бромидов тетраорганилфосфония с золотохлористоводородной кислотой может сопровождаться замещением атомов хлора при атоме золота на атомы брома. Действительно, в указанной реакции имело место замещение атомов хлора на атомы брома, но из реакционной смеси вместо предполагаемых соединений золота общей формулы $[\text{R}_4\text{P}]^+_2[\text{AuBr}_4]^-$ и $[\text{R}_4\text{P}]^+_2[\text{AuCl}_4]^-$ было выделено лишь одно соединение, содержащее атомы золота различной степени окисления.

При проведении реакции бромидов трифенилметилфосфония с золотохлористоводородной кислотой в ацетоне цвет раствора в течение 30 секунд изменился вначале до ярко-зеленого, затем, через ~10 сек. – до фиолетового. По завершению реакции окраска раствора изменилась до бордово-коричневой. Смесь выдерживали 12 ч при 12°С. Продуктом реакции бромидов трифенилметилфосфония с золотохлористоводородной кислотой в ацетоне является красно-коричневый комплекс с т.пл. 98 °С, кристалл которого состоит из катионов трифенилметилфосфония и анионов $[\text{AuHal}_4]^-$, $[\text{AuHal}_2]^-$ (Hal = Cl, Br).

ацетон, 12 °С, 12 ч



V

В плоско-квадратном анионе $[\text{AuHal}_4]^-$ и линейном анионе $[\text{AuHal}_2]^-$ все позиции атомов галогенов смешанные с различным содержанием хлора и брома (рис. 2). Расстояния Au—Hal в анионах $[\text{AuHal}_4]^-$ и $[\text{AuHal}_2]^-$ промежуточные между типичными для анионов $[\text{AuCl}_4]^-$, $[\text{AuBr}_4]^-$ и $[\text{AuCl}_2]^-$, $[\text{AuBr}_2]^-$ соответственно и изменяются в интервале 2.3537(5)–2.3911(5) Å, углы ClAuCl составляют 88.975(17)–91.025(17)°.

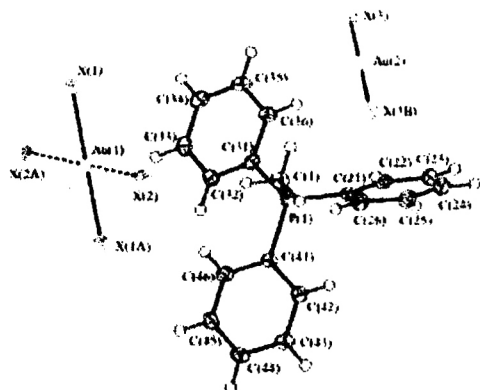


Рис. 2. Строение катиона и комплексных анионов комплекса $[\text{Ph}_3\text{MeP}][\text{AuBr}_{2.00}\text{Cl}_{2.00}][\text{AuBr}_{1.26}\text{Cl}_{0.74}]$ (V)

В качестве следующей комплексной кислоты нами была выбрана гексахлороплатиноводородная кислота. Гексахлороплатинат *бис*(тетрафенилсурьмы) был получен нами взаимодействием пентафенилсурьмы с гексахлороплатиноводородной кислотой, с высоким выходом (82%) целевого продукта. Продукт реакции представляет собой прозрачные оранжевые кристаллы с т.пл. 117 °С, хорошо растворимые в ацетоне, ДМСО, ароматических углеводородах.

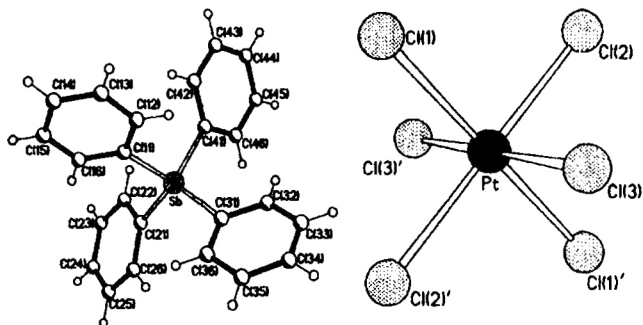
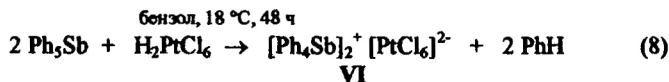


Рис. 3. Строение гексахлороплатината *бис*(тетрафенилсурьмы) $[\text{Ph}_4\text{Sb}]_2^+ [\text{PtCl}_6]^{2-}$ (VI)

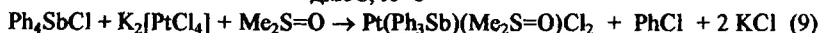
Значения углов CSbC в катионе $[\text{Ph}_4\text{Sb}]^+$ гексахлороплатината *бис*(тетрафенилсурьмы) изменяются в интервале 105.75°–118.47°, что свидетельствует о небольшом искажении тетраэдрической координации атома сурь-

мы (рис. 3). Октаэдрическая координация атомов Pt в центросимметричных анионах $[\text{PtCl}_6]^{2-}$ близка к идеальной, углы ClPtCl изменяются в интервалах $88.68(2)^\circ$ – $91.32(3)^\circ$. Расстояния Pt–Cl в комплексе I (2.325, 2.327, 2.330 Å) близки к сумме ковалентных радиусов Pt и Cl (2.31 Å).

Кинетическая устойчивость комплексов Pt(II) предопределила ту чрезвычайно важную роль, которую они сыграли в развитии координационной химии. Платина имеет малое сродство к кислородным лигандам и преимущественно связывается с аминами, сульфидами и фосфинами. Комплексы платины(II) с такими лигандами, как третичные стибины, практически не изучены.

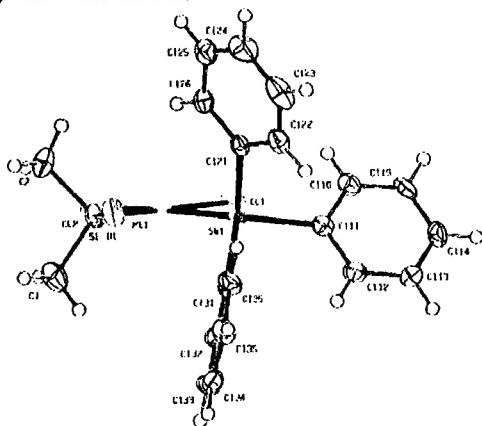
Мы нашли, что элиминирование хлорбензола и восстановление $\text{Sb(V)} \rightarrow \text{Sb(III)}$ имеет место в реакции хлорида тетрафенилсурьмы с хлороплатинитом калия с образованием молекулярного комплекса *цис*- $[(\text{Ph}_3\text{Sb})(\text{Me}_2\text{SO})\text{PtCl}_2]$ с т.пл. 128°C .

DMCO, 18°C



VII

Соединение VII является первым примером смешаннолигандного комплекса платины (II), в координационной сфере центрального атома которого, наряду с диметилсульфоксидным лигандом, присутствует третичный стибин (рис. 4). Комплекс $\text{Pt}(\text{Ph}_3\text{Sb})(\text{Me}_2\text{S=O})\text{Cl}_2$ имеет *цис*-строение с типичной для Pt(II) плоско-квадратной координацией. Углы ClPtCl и SbPtS составляют $90.71(6)^\circ$ и $90.75(4)^\circ$ соответственно.



щего в качестве *транс*-партнера атом серы. В случае, когда *транс*-партнером является атом Sb, расстояние Pt-Cl (2.350(2) Å) несколько выше, что указывает на наибольшее влияние диметилсульфоксидного лиганда по сравнению с трифенилстибиновым. Подтверждение *правила трансалияния* отмечается в комплексах Pt(II) общей формулы *цис*-Cl₂L₂Pt, в которых длины связей Pt-Cl несколько меньше для диметилсульфоксидного комплекса платины (2.133, 2.251 Å, L = DMSO) и больше для подобных комплексов платины с триарилстибиновыми лигандами (2.292 Å, L = Ar₃Sb).

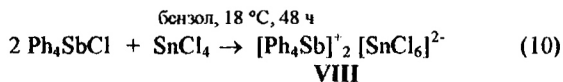
Таблица 1

Температуры плавления и выходы соединений, синтезированных из органических соединений сурьмы или фосфора и комплексных кислот или их солей

№	Соединение	Т.пл., °C	Выход, %
I	[Ph ₄ Sb] ⁺ [AuCl ₄] ⁻	164	84
II	[<i>p</i> -Tol ₄ Sb] ⁺ [AuCl ₄] ⁻	156	61
III	[Ph ₃ BzP] ⁺ [AuCl ₄] ⁻	171	85
IV	[(OHCH ₂ CH ₂) ₃ NH] ⁺ [AuCl ₄] ⁻	169	90
V	[Ph ₃ MeP][AuBr _{2.00} Cl _{2.00}][AuBr _{1.26} Cl _{0.74}]	98	65
VI	[Ph ₄ Sb] ₂ ⁺ [PtCl ₆] ²⁻	117 с разл.	82
VII	Pt(Ph ₃ Sb)(Me ₂ S=O)Cl ₂	128 с разл.	70

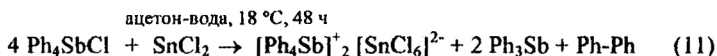
2. Реакции органических производных сурьмы, фосфора и азота с галогенидами металлов

Известно, что пентафенилсурьма способна фенилировать галогениды триалкилолова и дигалогениды диалкилолова. Нами была проведена реакция хлорида тетрафенилсурьмы с хлоридом олова (IV), в результате которой был получен гексахлоростаннат *бис*(тетрафенилсурьмы).



Таким образом, мы нашли, что хлорид тетрафенилсурьмы не эффективен в реакции фенилирования галогенида олова (IV).

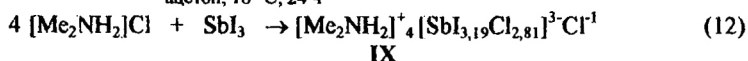
Образование такого же продукта – гексахлоростанната *бис*(тетрафенилсурьмы) – имело место при реакции хлорида тетрафенилсурьмы и хлорида олова (II) при мольном соотношении исходных реагентов 4:1. Среди продуктов окислительно-восстановительной реакции были также выделены трифенилсурьма и дифенил:



По данным рентгеноструктурного анализа атом сурьмы в катионе $[\text{Ph}_4\text{Sb}]^+$ комплекса имеет искажённую тетраэдрическую координацию. Значения валентных углов CSbC лежат в интервалах $106.0-117.1^\circ$, а длины связей Sb-C составляют $2.093-2.100 \text{ \AA}$. Октаэдрическая координация атома Sn в анионе $[\text{SnCl}_6]^{2-}$ близка к идеальной, аксиальные углы ClSnCl равны 180° , другие углы ClSnCl изменяются в интервалах $88.84(3)-91.16(3)^\circ$ соответственно. Расстояния Sn-Cl в комплексе составляют $2.414, 2.445, 2.450 \text{ \AA}$, что несколько превышает сумму ковалентных радиусов Sn и Cl (2.35 \AA).

С целью получения смешаннолигандного галогенидного комплекса сурьмы нами проведена реакция триодида сурьмы с хлоридом диметиламония в растворе ацетона. Показано, что при различных мольных соотношениях исходных реагентов наблюдалось образование вещества, кристаллизующегося из ацетона в виде желтых призм с высоким выходом целевого продукта (69%).

ацетон, 18°C , 24 ч



Структура формируется из тетраэдрических катионов диметиламония, комплексных анионов $[\text{SbHal}_4\text{Cl}_2]^{3-}$ ($\text{Hal} = \text{Cl}, \text{I}$) и хлор-анионов (рис. 5). В октаэдрических катионах комплекса два аксиальных положения занимают атомы хлора (Sb-Cl $2.6476(5) \text{ \AA}$), остальные позиции атомов галогенов в анионе $[\text{SbHal}_4\text{Cl}_2]^{3-}$ разупорядочены по четырем положениям (Sb-Cl $2.588(3), 2.637(3) \text{ \AA}$; Sb-I $3.0759(4), 3.0800(3) \text{ \AA}$). Октаэдрическая координация атома сурьмы несколько искажена (*транс*-углы ClSbCl и HalSbHal составляют 180° и $177.04(6), 177.15(8)^\circ$).

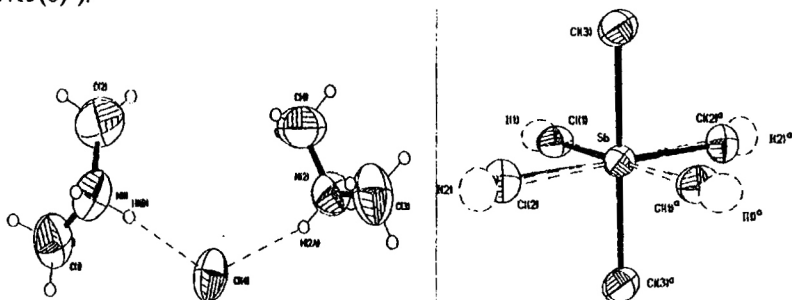
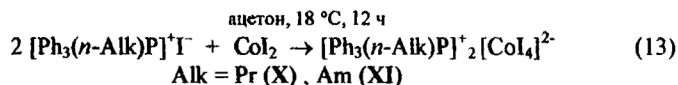


Рис. 5. Строение комплекса $[\text{Me}_2\text{NH}_2]^+_4 [\text{SbI}_{3.19}\text{Cl}_{2.81}]^{3-}[\text{Cl}]^-$ (IX)

Взаимодействием иодида трифенилалкилфосфония с иодидом кобальта(II) в ацетоне синтезированы комплексы - тетраидокобальтат бис(трифенилпропилфосфония) $[\text{Ph}_3(n\text{-Pr})\text{P}]_2[\text{CoI}_4]^{2-}$ и тетраидокобальтат бис(трифениламинфосфония) $[\text{Ph}_3(n\text{-Am})\text{P}]_2[\text{CoI}_4]^{2-}$ при мольном соотношении исходных реагентов 2:1. Вышеуказанные продукты - прозрачные кристаллы зеленого цвета с т.пл. 130°C и т.пл. 136°C соответственно.



В кристаллах кобальтсодержащих комплексов имеются по два типа кристаллографически независимых тетраэдрических катионов трифенилалкилфосфония, в которых углы СРС составляют 106.7(2)-111.4(2)° и 107.7(3)-111.7(3)° соответственно. Расстояния P-C_{Alk} (для пропильного комплекса $\text{Ph}_3(n\text{-Pr})\text{P}]^+[\text{CoI}_4]^{2-}$ - 1.801(4), 1.802(4) Å и 1.800(4), 1.802(4) Å для амильного комплекса $[\text{Ph}_3(n\text{-Am})\text{P}]_2^+ [\text{CoI}_4]^{2-}$) больше, чем длины связей P-C_{Ar} (1.790(4)-1.797(4) Å ($[\text{Ph}_3(n\text{-Pr})\text{P}]_2^+ [\text{CoI}_4]^{2-}$) и 1.790(4)-1.797(4) Å ($[\text{Ph}_3(n\text{-Am})\text{P}]_2^+ [\text{CoI}_4]^{2-}$). Пары катионов трифенил(н-пропил)фосфония (длины связей P-C 1.790(4)-1.802(4) Å) располагаются в элементарной ячейке кристалла навстречу друг другу алкильными заместителями, в то время как амильные группы практически параллельны друг другу в элементарной ячейке кристалла.

В тетраэдрических анионах $[\text{CoI}_4]^{2-}$ комплексов X и XI расстояния Co-I (2.5923(6)-2.6189(6) Å (X), 2.5899(9)-2.6171(9) Å (XI)) несколько больше суммы ковалентных радиусов указанных элементов (2.57 Å) а углы ICoI изменяются в интервале 101.86(2)°-113.25(2)° (X), 109.26(3)°-110.53(3)° (XI), что указывает на большее искажение тетраэдрической координации атомов кобальта в анионах комплекса X.

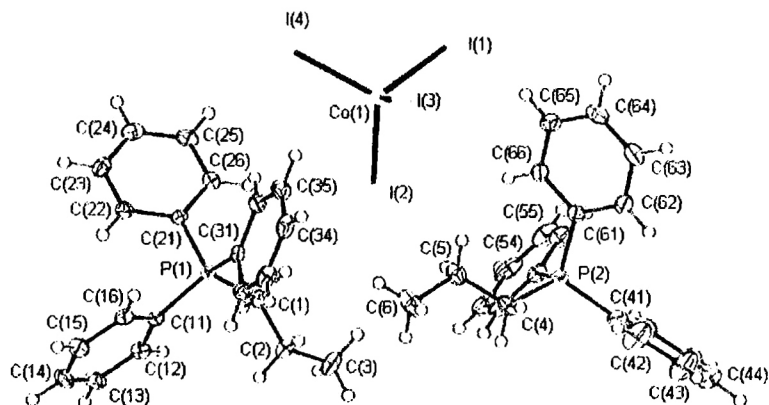
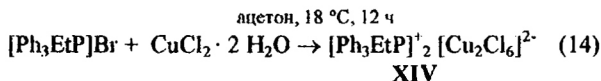


Рис. 6. Строение тетраидокобальтата трифенилпропилфосфония $[\text{Ph}_3(n\text{-Pr})\text{P}]_2^+ [\text{CoI}_4]^{2-}$ (X)

Таким образом, изменение длины алкильного заместителя в катионе трифенилалкилфосфония оказывает влияние на геометрические параметры анионов и их ориентацию в кристалле.

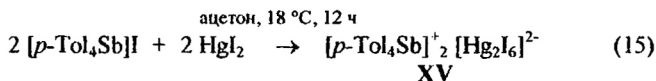
(Ди- μ_2 -хлоро)тетрахлородикупрат бис(трифенилэтилфосфония) синтезировали из бромид трифенилэтилфосфония и хлорида меди. Выход целевого продукта составил 82 %. Соединение представляет собой кристаллы бордового цвета с т.пл. 98 °С,



Атом фосфора в катионе соединения XIV тетракоординирован (углы CPC 106.34°-111.73°, связи P–C 1.790-1.795 Å). Атом меди в анионе соединения XIV имеет искажённую тетраэдрическую координацию (углы ClCuCl 98.48°-144.85°, расстояния Cu–Cl 2.1999-2.3263 Å). Центральный фрагмент Cu₂Cl₂ аниона соединения XIV не плоский, а изогнут по оси Cu₂ (выход атома хлора из плоскости Å). Концевые фрагменты CuCl₂ в анионе находятся в заторможенной конформации, в то время как в аналогичном анионе комплекса [Ph₃PrP]⁺₂[Cu₂Cl₆]²⁻ наблюдается заслоненная конформация. Очевидно, что существенную разницу структур анионов можно связать только с незначительным изменением длины алкильного радикала в катионе трифенилалкилфосфония.

Ртуть относится к семейству *d*-элементов, строение внешних электронных оболочек атомов ртути 5d¹⁰6s². Мы полагаем, что строение сурьмаорганических комплексов с ртутьсодержащими анионами и особенности синтеза будет отличаться.

При проведении реакции эквимольных количеств иодида тетра-*пара*-толилсурьмы и иодида ртути нами был получен комплекс (ди-μ₂-иодо)тетраиододимеркурата бис(тетра-*пара*-толилсурьмы) с т.пл. 225 °С. Выход целевого продукта составил – 92 %.



Подобным образом протекает реакция между иодидом тетрафенилфосфора и иодидом ртути, в результате которой образуются кристаллы лимонно-желтого цвета с т.пл. 214°С.

Из данных РСА следует, что кристалл комплекса XV состоит из тетра-*пара*-толилстибониевых катионов и центросимметричных двухядерных анионов [Hg₂I₆]²⁻ (рис. 7). Значения углов CSbC изменяются в интервале 104.30(12)-112.72(14)°, что свидетельствует о небольшом отклонении от тетраэдра полиэдра атома сурьмы в катионе тетра-*пара*-толилстибония.

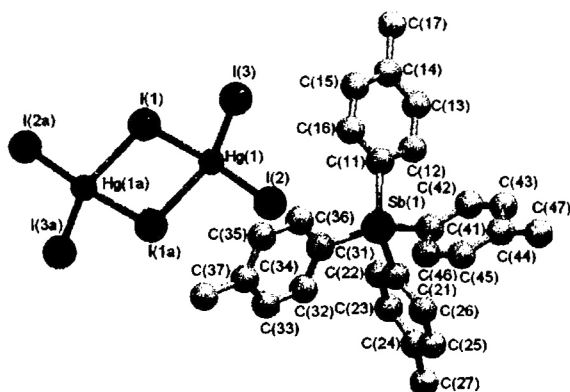
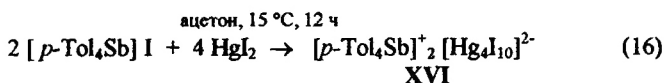


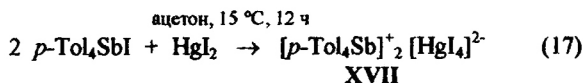
Рис. 7. Строение (ди- μ_2 -иодо)тетраиододимеркурата бис(тетра-*пара*-толилсурьмы) $[p\text{-Tol}_4\text{Sb}]^+_2 [\text{Hg}_2\text{I}_6]^{2-}$ (XV)

Искажение тетраэдрической координации атомов ртути в анионе более заметное ($93.556(7)\text{--}123.295(8)^\circ$), что объясняется участием атомов ртути в формировании цикла Hg_2I_2 . Плоскость фрагмента $\text{Hg}(1)\text{I}(1)\text{Hg}(1\text{A})\text{I}(1\text{A})$ в анионе – перпендикулярна плоскости $\text{I}(3)\text{Hg}(1)\text{Hg}(1\text{A})\text{I}(3\text{A})$. Как и следовало ожидать, длины связей $\text{Hg}\text{--}\text{I}_{\text{терм}}$ ($2.7028(3)$, $2.7222(3)$ Å) значительно меньше расстояний $\text{Hg}\text{--}\text{I}_{\text{мост}}$ ($2.8539(3)$, $2.9163(3)$ Å).

При увеличении концентрации иодида ртути в реакционной смеси (концентрация иодида тетра-*пара*-толилсурьмы с иодидом ртути 1:2) в продукте взаимодействия строение ртутьсодержащего аниона усложняется. Реакция протекает с высоким выходом целевого продукта (91 %), представляющего собой прозрачные кристаллы желтого цвета с т.пл. 112°C :



И наоборот, увеличение концентрации иодида тетра-*пара*-толилсурьмы в реакционной смеси (2:1 мольн.) приводит к единственному продукту с мономерным анионом – тетраиододимеркурату бис(тетра-*пара*-толилсурьмы):



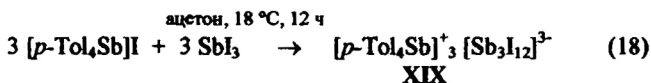
В состав кристалла комплекса XVII, кроме двух типов кристаллографически независимых тетраэдрических катионов тетра-*пара*-толилстибония, входят тетраиододимеркуратные анионы $[\text{HgI}_4]^{2-}$. В каждом катионе два толильных лиганда разупорядочены по двум положениям. Углы CSbC изменяются в интервале $98.8(11)\text{--}117.5(12)^\circ$; расстояния $\text{Sb}\text{--}\text{C}$ ($2.05(3)\text{--}2.25(4)$ Å) близки к сумме ковалентных радиусов атомов сурьмы и углерода (2.18 Å). В тетраэдрическом анио-

не $[\text{HgI}_4]^{2-}$ ($\text{IHgI} - 105.79(4)-112.47(4)^\circ$) два расстояния Hg-I практически равны между собой ($2.7719(13)$ и $2.7741(12)$ Å), в то время как две другие связи Hg-I значительно длиннее ($2.7808(12)$ и $2.7908(12)$ Å).

Таким образом, изменение мольного соотношения исходных реагентов в реакции иодида тетра-*para*-толилсурьмы с иодидом ртути приводит к изменению структуры ртутьсодержащего аниона комплекса присоединения.

Известно, что взаимодействие эквимольных количеств иодида тетрафенилсурьмы с иодидом сурьмы приводит к образованию комплекса с тетраэдерным иодсодержащим анионом $[\text{Ph}_4\text{Sb}]^+ [\text{Sb}_4\text{I}_{16}]^{4-} \cdot 2 \text{Me}_2\text{C}=\text{O}$.

Мы показали, что комплексообразование иодида тетра-*para*-толилсурьмы с иодидом сурьмы в аналогичных условиях происходит с образованием комплекса XIX с трехъядерным анионом, представляющего собой прозрачные оранжевые кристаллы с т.пл. 186°C . Полученное соединение является термохромом, т.е. при повышении температуры изменяет цвет:



В состав кристалла комплекса XIX, кроме трех типов кристаллографически независимых тетраэдрических катионов тетра-*para*-толиlstибония, входят два типа кристаллографически независимых линейных анионов $[\text{Sb}_3\text{I}_{12}]^{3-}$ (рис. 8). Значения углов CSbC в каждом из катионов изменяются в интервале $105.7(4)-113.5(4)^\circ$, $105.6(4)-115.8(4)^\circ$ и $105.7(4)-112.3(4)^\circ$. В центросимметричных анионах $[\text{Sb}_3\text{I}_{12}]^{3-}$ атомы Sb имеют октаэдрическое окружение; каждый концевой фрагмент SbI_3 ($\text{Sb-I}_{\text{терм}} 2.8110(10)-2.8333(10)$ Å) связан с центральным атомом через три мостиковых атома иода ($\text{Sb-I}_{\text{мост}} 2.9926(6)-3.3200(7)$ Å).

Во всех выше приведенных реакциях ион галогена анионной соли является синтоном образующегося комплексного аниона, однако, только в последнем случае незначительное изменение строения арильных заместителей в катионе тетраарилстибония приводит к изменению дизайна аниона образующегося комплекса.

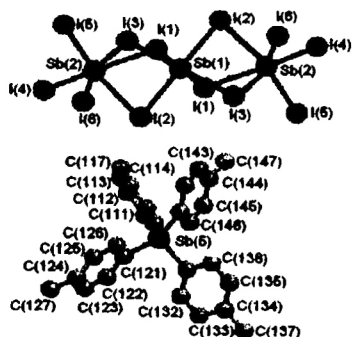


Рис. 8. Строение комплекса $[p\text{-Tol}_4\text{Sb}]^+_3 [\text{Sb}_3\text{I}_{12}]^{3-}$ (XIX)

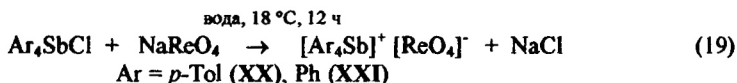
Таблица 2

Температуры плавления и выходы соединений, синтезированных из органических соединений сурьмы или фосфора и азота и галогенидов металлов

№	Соединение	Т.пл., °С	Выход, %
VIII	$[\text{Ph}_4\text{Sb}]_2^+[\text{SnCl}_6]^{2-}$	238	90
IX	$[\text{Me}_2\text{NH}_2]^+_4[\text{Sb}_{13}\text{Cl}_{28}]^{3-}\text{Cl}^-$	120	69
X	$[\text{Ph}_3(n\text{-Pr})\text{P}]^+_2[\text{CoI}_4]^{2-}$	130	87
XI	$\text{Ph}_3(n\text{-Am})\text{P}^+_2[\text{CoI}_4]^{2-}$	136	91
XII	$[\text{Ph}_4\text{Sb}]_2^+[\text{CoI}_4]^{2-}$	172	76
XIII	$[p\text{-Tol}_4\text{Sb}]_2^+[\text{CoI}_4]^{2-}$	205	84
XIV	$[\text{Ph}_3\text{EtP}]_2^+[\text{Cu}_2\text{Cl}_6]^{2-}$	98	82
XV	$[p\text{-Tol}_4\text{Sb}]_2^+[\text{Hg}_2\text{I}_6]^{2-}$	225	92
XVI	$[\text{Ph}_4\text{P}]_2^+[\text{Hg}_2\text{I}_6]^{2-}$	214	95
XVII	$[p\text{-Tol}_4\text{Sb}]_2^+[\text{Hg}_4\text{I}_{10}]^{2-}$	112	87
XVIII	$[p\text{-Tol}_4\text{Sb}]_2^+[\text{HgI}_4]^{2-}$	180	91
XIX	$[p\text{-Tol}_4\text{Sb}]_3^+[\text{Sb}_3\text{I}_{12}]^{3-}$	186	89

3. Реакции замещения арильных соединений сурьмы и фосфора с солями натрия и калия

Перренаты тетрафенил- и тетра-*пара*-толилсурьмы были синтезированы из хлорида тетрафенил- или тетра-*пара*-толилсурьмы и перрената натрия. В качестве растворителя использовали воду. Полученные соединения хорошо растворяются в ароматических углеводородах, ДМСО, этаноле.



По данным РСА кристалл комплекса XX состоит из двух типов кристаллографически независимых тетра-*пара*-толилстибониевых катионов (CSbC – 97.93(14)–122.41(15)° и 101.45(14)–120.23(14)°) и двух типов кристаллографически независимых тетраэдрических перренат-анионов $[\text{ReO}_4]^-$ (OReO – 108.92(16)–110.21(14)° и 108.79(15)–109.85(14)°).

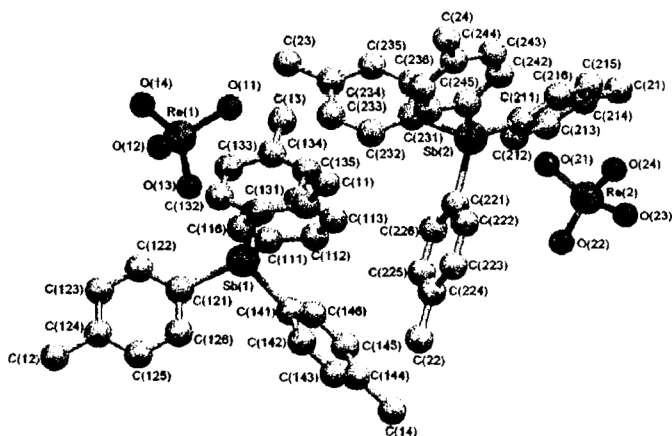
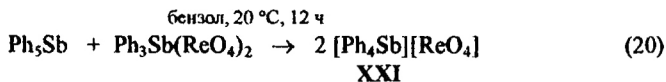


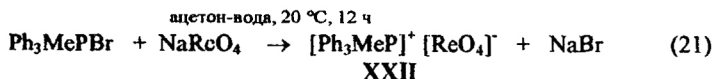
Рис. 9. Строение перрената тетра-*p*-толилсурьмы
 $[p\text{-Tol}_4\text{Sb}]^+ [\text{ReO}_4]^-$ (XX)

Перренат тетрафенилсурьмы был также синтезирован по реакции перераспределения лигандов из пентафенилсурьмы и диперрената трифенилсурьмы:

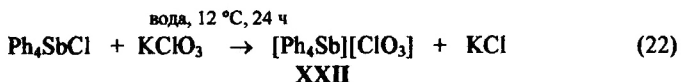


Перренат тетрафенилсурьмы имеет ионное строение. Атом сурьмы в катионе обладает практически неискаженной тетраэдрической координацией. Величины углов CSbC принимают значения $109.4(2)$ или $109.5(7)^\circ$, а длины связей Sb-C составляют $2.094(3)$ Å. Атом рения в анионе $[\text{ReO}_4]^-$ имеет ожидаемую тетраэдрическую координацию, которая незначительно искажена (углы OReO составляют $107.6(3)$ или $113.3(5)^\circ$). Расстояния Re-O эквивалентны и по своему значению ($1.672(4)$ Å) соответствуют кратным связям между атомами. В кристалле перрената тетрафенилсурьмы присутствуют опорные контакты между атомами водорода, находящимися в *орто*-положении фенильного заместителя и атомами кислорода перренат-аниона ($\text{O}(1) \cdots \text{H}(6\text{A})$ 2.384 Å), а также C...H-контакты между атомами водорода и углерода, находящимися в *мета*-положениях фенильных заместителей соседних катионов ($\text{C}(5) \cdots \text{H}(3\text{A})$ 2.859 Å).

Нами показано, что при взаимодействии бромид трифенилметилфосфония и перрената натрия образуется перренат трифенилметилфосфония, кристалл которого также состоит из перренат-анионов и катионов трифенилметилфосфония:



Хлораты тетрафенил- и тетра-*пара*-толилсурьмы были синтезированы из хлорида тетрафенил- и тетра-*пара*-толилсурьмы и хлората калия по аналогичной методике с высоким выходом целевого продукта (91 %). Хлорат тетрафенилсурьмы хорошо растворяется в ДМСО, ацетоне, этаноле, воде, бензоле.



Атом сурьмы в катионе хлората тетрафенилсурьмы обладает практически неискаженной тетраэдрической координацией. Величины углов CSbC принимают значения 109.1(1) или 109.6(1)°, а длины связей Sb-C составляют 2.097(2) Å. Известно, что хлорат-анион $[\text{ClO}_3]^-$ имеет структуру тригональной пирамиды, где длина связей Cl-O изменяется в интервале 1.452-1.507 Å, а угол OClO равен 106°. Установлено, что анион комплекса хлората тетрафенилсурьмы разупорядочен по четырем положениям. Заселенность позиций атомов кислорода составляет 75% на один атом хлора в частной позиции. Углы OClO равны 96.3(9) и 116.4(5)°, расстояния Cl-O (1.315(6) Å) соответствуют кратным связям хлор-кислород.

Таблица 3

Температуры плавления и выходы соединений, синтезированных по реакции замещения арильных соединений сурьмы и фосфора с солями натрия и калия

№	Соединение	Т.пл., °C	Выход, %
XX	<i>p</i> -Tol ₄ SbReO ₄	179 с разл.	71
XXI	Ph ₄ SbReO ₄	298 с разл.	78
XXII	Ph ₃ MePReO ₄	204 с разл.	80
XXIII	Ph ₄ SbClO ₃	228 с разл.	91
XXIV	<i>p</i> -Tol ₄ SbClO ₃	230 с разл.	73

4. Возможность использования сурьмаорганических соединений в фармакологии

В настоящее время в современной клинической деятельности некоторые из органических соединений сурьмы применяются как химиотерапевтические средства при лечении лейшманиоза и некоторых гельминтозов, в частности филляридозов и шистозоматозов. Например, при лечении висцерального лейшманиоза, кожного лейшманиоза применяют противопрозоидное средство солосурмин, при содоку, паховом лимфогранулематозе – неостибозан, при лечении калаазара и шистозоматозов используется сурьмин, фуадин. Наиболее часто в медицинской практике препараты, в состав которых входит сурьма, например, рвотный камень, используются как отхаркивающие и рвотное средство. Токсичность органических соединений сурьмы меньше, чем токсичность неорганических соединений этого элемента.

Результаты показали, что хлорат тетрафенилсурьмы не изменяет количество лактобактерий и энтеробактерий в кишечнике белых крыс в дозе 0,05 мг/кг. Удвоенная дозировка приводит к уменьшению количества лактобактерий и увеличению энтеробактерий. Хлорат тетрафенилсурьмы в количестве 0,15 мг/кг угнетает все виды рассматриваемых микроорганизмов, что можно связать с токсичностью вещества. Хлорат тетрафенилсурьмы в дозе 0,05 мг/кг не оказал существенное влияние на функциональное состояние клеточных элементов крови (эритроцитов) крыс. Это даёт возможность в дальнейшем изучать биологические свойства хлората тетрафенилсурьмы как возможного потенциального химиотерапевтического средства.

В работе соблюдались принципы Хельсинской декларации о гуманном отношении к животным.

ВЫВОДЫ:

1. Разработаны эффективные методы синтеза органических соединений сурьмы, состоящих из катионов тетраарилстибония и моно- либо биядерных анионов : а) из пентаарилсурьмы и комплексных кислот, б) по реакции замещения или присоединения из галогенидов тетраарилсурьмы и солей металлов. Достоинством указанных методов синтеза являются простота исполнения (одностадийность и мягкие условия проведения), высокий выход, чистота и легкость выделения целевого продукта.
2. Первым примером смешаннолигандного комплекса платины(II) с диметилсульфоксидным и стибиновым лигандами, является *цис*-дихлоро(трифенилстибин)(диметилсульфоксидо)платины(II) $Pt(Ph_3Sb)(MeS=O)Cl_2$, полученный из хлорида тетрафенилсурьмы и тетрахлороплатината калия в диметилсульфоксиде.
3. Предложен способ синтеза соединений фосфора и азота с тетрахлораурат-анионом из солей тетраорганилфосфония и -аммония и золотохлористоводородной кислоты. Взаимодействие бромиды тетраорганилфосфония с золотохлористоводородной кислотой сопровождается замещением атомов хлора при атоме золота на атомы брома с образованием соединения, содержащего атомы золота в различной степени окисления.
4. Взаимодействие ониевых солей с иодидами кобальта приводит к образованию соединений ионного типа с моноядерными анионами, в то время как в подобных реакциях с иодидом ртути в зависимости от соотношения реагентов, имеет место синтез комплексов с моно- либо полиядерными анионами. В случае иодида сурьмы определяющее влияние на структуру аниона образующегося комплекса имеют заместители в арильных лигандах исходной стибониевой соли.
5. Показано, что хлорид тетрафенилсурьмы не эффективен в реакции фенилирования галогенидов металла (на примере тетрахлорида олова); Взаимодействие хлорида тетрафенилсурьмы с дихлоридом олова протекает с изменением степеней окисления металлов с образованием гексахлоростанната тетрафенилсурьмы, трифенилсурьмы и дифенила.

6. Впервые синтезированы двадцать четыре органических соединений сурьмы и фосфора, содержащих такие неорганические анионы, как $[\text{PtCl}_6]^{2-}$, $[\text{AuCl}_4]^-$, $[\text{ReO}_4]^-$, $[\text{ClO}_3]^-$, $[\text{SnCl}_6]^{2-}$, $[\text{Hg}_2\text{I}_6]^{2-}$ и другие. Строение восемнадцати полученных соединений доказано методом рентгеноструктурного анализа.
7. Была подобрана доза хлората тетрафенилсурьмы, которая составляет 0,05 мкг/кг, и не изменяет количество лактобактерий и энтеробактерий кишечника у экспериментальных животных и не влияет на функциональное состояние эритроцитов. Это даёт возможность в дальнейшем изучать биологические свойства хлората тетрафенилсурьмы как возможного потенциального химиотерапевтического средства.

Основное содержание работы изложено в следующих публикациях:

1. Шарутин В. В. Синтез и кристаллические структуры гексахлороплатината, тетрахлороарата и гексахлоростанната тетрафенилсурьмы (V) $[\text{Ph}_4\text{Sb}]^+_2[\text{PtCl}_6]^{2-}$, $[\text{Ph}_4\text{Sb}]^+[\text{AuCl}_4]^-$, $[\text{Ph}_4\text{Sb}]^+_2[\text{SnCl}_6]^{2-}$ / В.В. Шарутин, В.С. Сенчурин, О.А. Фастовец, А.П. Пакусуна, О.К. Шарутина // Координационная химия.- 2008.- Т. 34.- № 5.- С. 373-379.
2. Шарутин В. В. Синтез и строение перрената тетрафенилсурьмы и хлората тетрафенилсурьмы / В.В. Шарутин, В.С. Сенчурин, О.А. Фастовец, А.П. Пакусуна, О.К. Шарутина // Журнал неорганической химии.- 2009.- Т.54.- №3.- С. 436-442.
3. Пакусуна А.П. Взаимодействие солей тетрафенилсурьмы с галогенидами олова. / А.П. Пакусуна, В.В. Шарутин, О.А. Фастовец // Наука на рубеже тысячелетий. Сборник научных статей 3-й Международной научно-практической конференции - Тамбов.- 2006.- С. 47-48.
4. Фастовец О.А. Синтез и строение ионных комплексов сурьмы. / О.А. Фастовец // Молодежь XXI века: шаг в будущее. Сборник трудов VII региональной межвузовской научно-практической конференции, посвященной 150-летию основания г. Благовещенска.- Благовещенск.- 2006.- Книга 2.- С. 105-106.
5. Шарутин В. В. Синтез и строение смешаннолигандных комплексных соединений сурьмы $[\text{Et}_2\text{NH}_2]_4^+[\text{SbCl}_2\text{Hal}_4]^{3-}[\text{Cl}]^{1-}$ (Hal = I, Br) и золота $[\text{Ph}_3\text{PMe}]_2^+[\text{AuCl}_2\text{Br}_2]^{1-}[\text{AuHal}_2]^{1-}$ (Hal = Cl, Br) / В.В. Шарутин, В.С. Сенчурин, О.А. Фастовец, А.П. Пакусуна, О.К. Шарутина // Бутлеровские сообщения.- 2007.-Т. 11.- №2.- С.43 - 48
6. Фастовец О.А. Взаимодействие пентафенилсурьмы с комплексными кислотами. / О.А. Фастовец // Молодежь XXI века: шаг в будущее. Сборник трудов VIII региональной межвузовской научно-практической конференции.- Благовещенск.- 2007.- С. 247-248.
7. Пакусуна А.П. Использование в фармакологии хлората тетрафенилсурьмы. / А.П. Пакусуна, О.А. Фастовец, В.В. Шарутин, В.С. Сенчурин, С.Ф.Калинина, Т.А. Баталова, М.Л. Пластинин, А.А. Сергиевич //Дальневосточный аграрный вестник.- 2008.-Вып. 2.- С. 70-74.

8. **Фастовец О.А.** Реакции комплексообразования арильных соединений сурьмы./ О.А. Фастовец // Молодежь XXI века: шаг в будущее. Сборник трудов XI региональной межвузовской научно-практической конференции.- Благовещенск.- 2008.- С.210-211.
9. **Фастовец О.А.** Хлорат тетрафенилсурьмы: синтез, строение, биологическая активность./ О.А. Фастовец // Химия и жизнь: сборник тезисов и докладов региональной научно-практической конференции./ Новосибирский государственный аграрный университет. - Новосибирск. - 2009. - С. 25-26.
10. **Фастовец О.А.** Взаимодействие сурьмаорганических соединений с солями./О.А. Фастовец // Молодежь XXI века: шаг в будущее. Сборник трудов X региональной межвузовской научно-практической конференции, посвященной году молодежи в Российской Федерации.- Благовещенск.- 2009. - Книга 3.- С. 171-172.
11. **Фастовец О.А.** Влияние хлората тетрафенилсурьмы на функциональное состояние клеточных элементов крови./ О.А. Фастовец, А.П. Пакукина// Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2009. - Вып. 5. - С. 47-52.
12. **Фастовец О.А.** Комплексные соединения сурьмы./ О.А. Фастовец, В.С. Сенчурина, В.В. Шарутин, О.К. Шарутина, А.П. Пакукина// XXIV Международная Чугаевская конференция по координационной химии «Физико-химические методы в химии координационных соединений»: тезисы докладов. - Санкт-Петербург. - 2009. - С. 182-183.
13. **Фастовец О.А.** Новые комплексы платины, золота, меди и кобальта./ О.А. Фастовец, В.С. Сенчурина, В.В. Шарутин, О.К. Шарутина, А.П. Пакукина// XXIV Международная Чугаевская конференция по координационной химии «Физико-химические методы в химии координационных соединений»: тезисы докладов. - Санкт-Петербург. - 2009. - С. 183.

Фастовец Оксана Александровна

РЕАКЦИИ АРИЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ СУРЬМЫ
С СОЛЯМИ И КОМПЛЕКСНЫМИ КИСЛОТАМИ

Автореферат

Лицензия ЛР 020427 от 25.04.1997 г.

Подписано к печати 14.10.2009 г. Формат 60×90/16

Уч.-издл. – 1,0. Усл.-п.л. – 1,5.

Тираж 100 экз. Заказ 267.

Отпечатано в отделе оперативной полиграфии издательства ДальГАУ
675005, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86

10-